

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 04-372119

(43)Date of publication of application : 25.12.1992

(51)Int.Cl.

H01L 21/205
C30B 25/12
H01L 29/06

(21)Application number : 03-174684

(71)Applicant : FURUKAWA ELECTRIC CO LTD:THE

(22)Date of filing : 20.06.1991

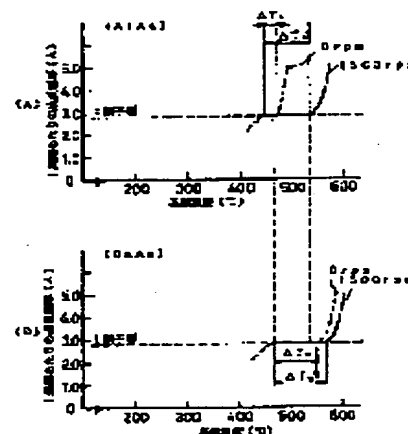
(72)Inventor : MATSUO NOZOMI
KIKUTA TOSHIO

(54) COMPOUND SEMICONDUCTOR VAPOR GROWTH METHOD

(57)Abstract:

PURPOSE: To enable growth of monoatomic layers with high controllability and operability over a wide area by enlarging the range of substrate temperatures as the operation temperature of growth of monoatomic layers to give a sufficient degree of allowance to setting of substrate temperature.

CONSTITUTION: In the vapor growth of compound semiconductors, a substrate under growth is spun at a 300rpm or more rate for growth of compound semiconductor monoatomic layers.



LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]

特開平4-372119

(43) 公開日 平成4年(1992)12月25日

(51) Int.Cl. ⁸	識別記号	庁内整理番号	F I	技術表示箇所
H 0 1 L 21/205		7739-4M		
C 3 0 B 25/12		9040-4G		
H 0 1 L 29/06		7377-4M		

審査請求 未請求 請求項の数 2 (全 5 頁)

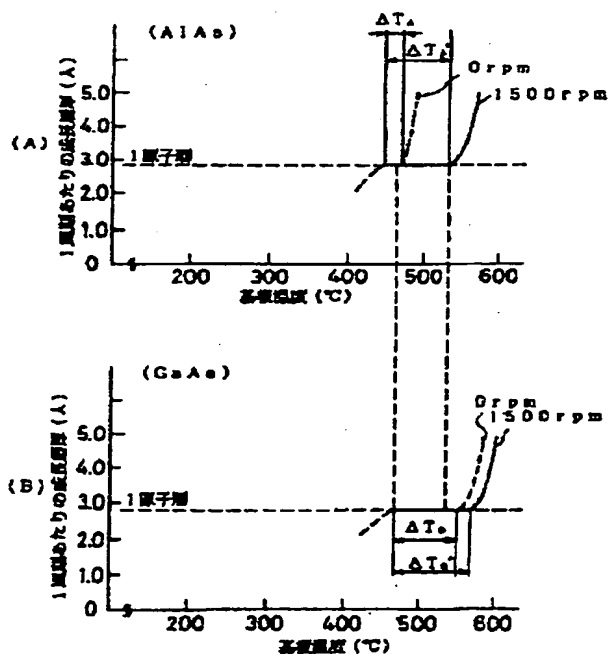
(21) 出願番号	特願平3-174684	(71) 出願人	000005290 古河電気工業株式会社 東京都千代田区丸の内2丁目6番1号
(22) 出願日	平成3年(1991)6月20日	(72) 発明者	松尾 望 東京都千代田区丸の内2丁目6番1号 古河電気工業株式会社内
		(72) 発明者	菊田 俊夫 東京都千代田区丸の内2丁目6番1号 古河電気工業株式会社内
		(74) 代理人	井理士 飯田 敏三

(54) 【発明の名称】 化合物半導体気相成長法

(57) 【要約】

【目的】 化合物半導体の気相成長法において、単原子層成長の操作温度としての基板温度範囲を広げ、基板温度設定に許容度を十分に与える。これにより大面積に渡り制御性良く、かつ、操作性良く単原子層成長を可能とする。

【構成】 化合物半導体の気相成長において、化合物半導体の単原子層成長を行う際に、被成長基板を300rpm以上の高速で回転させる。



【特許請求の範囲】

【請求項1】 化合物半導体の単原子層成長を行う際に、被成長基板を300rpm以上の高速で回転させることを特徴とする化合物半導体気相成長法。

【請求項2】 単原子層成長に用いる原料ガスが少なくとも1種の有機金属化合物を含むことを特徴とする請求項1記載の化合物半導体気相成長法。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【産業上の利用分野】 本発明は半導体素子作製に用いられる化合物半導体結晶薄膜の気相成長方法に関するものである。

【0002】

【従来の技術】 半導体基板上に化合物半導体薄膜を形成する方法として、単原子層を単位とした繰返して膜を積層形成するいわゆる単原子層成長法が知られている。この方法は原子層レベルでの精密な膜厚制御が可能であると同時に、単原子層成長法の一つの特徴とされる成長の自己停止作用のため、従来用いられてきた通常の気相成長法に比べ、基板温度やガス流状態等に比較的影響されずに大面積に渡って比較的均一な結晶膜を作製できる可能性を有する。したがって単原子層成長法は新規の機能をもつ半導体素子の開発や、薄膜積層構造を有する半導体素子の量産に向け、有望な半導体気相成長法である。以下、この単原子層成長法を図面に基づき説明する。

【0003】 図4は、従来、有機金属を原料として用いるMOCVD（有機金属化学気相成長）法においてGaAs/AlAsの単原子層成長を行うために用いられてきた反応炉の一例を示す断面図で、1はガス導入口、2は例えば石英で作製された反応容器、3はガス排出口、4は高周波誘導加熱コイル、5はサセプタ、6はサセプタ支持棒、7は被成長基板である。単原子層成長に際しては、高周波誘導加熱コイル4によりサセプタ5を加熱し、被成長基板7を一定温度に保持した状態で、ガス導入口1より、図5に示す各原料ガス導入手順に従い水素パージガス導入、AsH₃ガス導入、水素パージガス導入、III族有機金属ガス導入を繰り返す。図5において、横軸が成長時間、縦軸が各ガスの導入量を示す。これにより図6に示すようなGaAs/AlAs積層膜が形成される。図6は成長形成された化合物半導体結晶薄膜の拡大断面模式図である。この薄膜形成の間、被成長基板7はサセプタ支持棒6の回転により0~200rpm程度で回転されているが、これは単にサセプタ面における単結晶成長の均一化を図るために行われているにすぎない。

【0004】 この単原子層成長法において、各単原子層は図7に示す成長速度の自己停止作用に基づくものである。すなわち、図5におけるIII族原料供給のパルス時間t_pがある程度以上あれば、Gaの1原子層が形成されるが、成長はGaの1原子層のみで停止し、t_pをそ

れ以上としても前記Ga原子層上にさらに成長が生じることではない。このため原料ガス供給量や供給時間を厳密に制御しなくても、精密に制御された積層構造が得られる。

【0005】

【発明が解決しようとする課題】 単原子層成長法は、上記の可能性を秘めながらも実用化のためにさらに解決すべき幾つかの問題点を有している。これを図8に従って説明する。図8は、単原子層成長における気相成長時の基板温度と1周期当りの成長層厚との関係を示し、gはGaAsの場合、hはAlAsの場合のグラフを示す。同図から明らかなように例えば、GaAsの単原子層成長は比較的広い基板温度範囲ΔT_gで実現されるが、AlAsの単原子層成長が実現される温度範囲はΔT_hはΔT_gに比べ狭く、かつ、この温度範囲はΔT_gの範囲と非常に狭い共通範囲を有するにすぎない。従って、図6に示すような積層構造を作製する場合には基板温度を例えば470℃付近の非常に狭い領域で制御する必要が生じ、あるいはAlAsとGaAsの成長をそれぞれに適した基板温度で行なうため、基板温度を周期的に変更する等の操作が必要であった。また、基板面内に温度分布が存在する場合には、基板の一部分でしか単原子層成長が行われなかったといった問題も生じていた。

【0006】 本発明の目的は単原子層成長が行われる基板温度範囲を広げ、基板温度設定に許容量を十分に与えることにより、大面積に渡り制御性良く、かつ、操作性良く単原子層成長を可能とする化合物半導体の気相成長法を提供することにある。

【0007】

【課題を解決するための手段】 本発明者らは従来の単原子層成長に伴う欠点を克服するため鋭意研究を重ねた結果、単原子層成長を行う際に、被成長基板を所定速度以上の高速で、回転させて行うことにより単原子層成長操作の基板温度範囲が大きく拡大することを見出し、この知見に基づき本発明をなすに至った。すなわち本発明は、気相成長法によって化合物半導体の単原子層成長を行なうに当り、被成長基板を300rpm以上の高速で回転させて気相成長させることを特徴とする化合物半導体気相成長法を提供するものである。

【0008】 本発明において、基板の回転速度が300rpm未満の低速では本発明の目的とする上限温度の高温化はほとんど生じない。また、ガス中の高温領域もほとんど狭められないことが理論的にも確認されている。また、回転速度が大きい程、本発明の効果は大となるが、回転速度があまり大きすぎると機械的な問題が生じることがあり、これによりガス漏れ、サセプタ支持棒の振動等の問題も生じる。従って、回転速度は300rpm以上10000rpm以下とするのが好ましく、より好ましくは600rpm~2500rpmとする。

【0009】 単原子層成長を行う場合の基板温度は用い

る原料ガスの分解温度や活性化エネルギー等の性質に応じて適切な範囲に設定されるべきものであることは言うまでもない。本発明はそれぞれの場合に応じて単原子層成長の実現される基板温度範囲を拡張することができた。

【0010】本発明方法は種々の化合物半導体の気相成長法に適用することができ、単原子層成長である以外は特に制限はない。例えば、TMAI（トリメチルアルミニウム）とAsH₃（アルシン）を用いたAlAs及びTMGa（トリメチルガリウム）とAsH₃（アルシン）を用いたGaAsの単原子層成長法の他に、例えばTMIn（トリメチルインジウム）とAsH₃を用いてInAsの単原子層成長を行う場合、DMAIH（ジメチルアルミニウムハイドライド）とAsH₃を用いてAlAsの単原子層成長を行う場合等、種々の原料ガスを用いて種々の化合物半導体の単原子層成長を行う場合があげられる。また、被成長基板の加熱は高周波誘導加熱方式ばかりでなく、他の抵抗加熱方式、赤外線加熱方式等を用いた場合にも本発明の効果は阻害されるものではない。さらに単原子層成長に用いられる気相成長法はMOCVD法に限定されるものではなくクロライドVPE法などにも用いることができる。

【作用】本発明方法において単原子層成長の実現される基板温度の上限値がより高温に移行する理由は次のように考えられる。まず図1を参照して説明すると、基板温度を一定として回転速度が比較的遅い場合には、ガス中の高温領域は同図の9に示すように比較的広い範囲に広がり、この領域で原料ガス分子が活性化されて基板上に多層成長を生じてしまうが、基板を高速で回転した場合には、回転により生じるポンプ効果に起因して、ガス中の高温領域は図の10に示すように狭められ、かつ、比較的均一になり同じ基板温度においてガス中の原料ガス分子が活性化されにくくなる。このため、高速回転を行った場合には、より高い基板温度においても単原子層成長が実現される。なお図1において図4と同符号は図4と同じものを示す。

【0011】

【実施例】次に本発明を実施例に基づきさらに詳細に説明する。

【0012】実施例

図1に示す気相成長装置の反応炉を用いAlAsの薄膜を成長させた。その結果を図2に示した。図2は被成長基板を1500rpmの比較的高速で回転させた場合の単原子層成長が実現される基板温度範囲を回転を行わない場合と比較して図2(A)(B)に示したものである。図2(A)においてAlAsの単原子層成長が実現される基板温度範囲は、回転を行わない場合の ΔT_c に対し、1500rpmの回転を行った場合には $\Delta T_c'$ の広い範囲に拡張されている。同様に図2(B)から明らかなようにGaAsの場合にも ΔT_c から $\Delta T_c'$ に基板

温度範囲が拡張されており、さらに、470℃付近から530℃付近の比較的広い範囲でAlAsとGaAsが共に単原子層成長可能となった。

【0013】図2にも示されるように、基板回転による基板温度範囲の拡大現象は、基板温度範囲の下限は一定に固定されたまま、上限がより高温になることにより実現されているものと見なすことができる。基板温度と単原子層成長の実現可否との関係を図3により説明すると、基板温度領域Iでは基板表面に吸着した原料ガス分子が、低温のため十分に反応せず、成長速度が低下し、領域IIでは基板表面に吸着した原料ガス分子が十分に反応して単原子層成長が実現され、より高温の領域IIIでは基板付近のガス温度が上昇し、気相中で既に原料ガス分子が活性化されることにより多層の原子層が基板表面に積層されて単原子層成長が行われなくなるものと考えられている。

【0014】

【発明の効果】以上、本発明によれば、単原子層成長が実現される温度範囲を拡張させることが可能となり、基板温度設定に許容度を与えられ、大面積に渡り均一に、再現性良く単原子層成長を行うことが可能となり、また、種類の異なる化合物半導体を基板温度を変更させることなく同一温度で処理できる可能性も生じ、産業上の有用性は極めて大きい。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明方法に用いる気相反応炉の断面図である。

【図2】反応炉中の基板温度と1周期当りの成長層厚との関係を示し、(A)はAlAs半導体、(B)はGaAs半導体である。

【図3】単原子層成長法における1周期当りの成長層厚と操作領域との関係を示すグラフである。

【図4】気相成長法で用いられる通常の反応炉の断面図である。

【図5】単原子層成長法を行う際の反応炉への原料ガス供給手順の1例の説明図である。

【図6】単原子層成長法により作製される積層構造の拡大断面模式図である。

【図7】単原子層成長法における自己停止を説明するII族原料パルス時間と成長速度との関係を示すグラフである。

【図8】従来の単原子層成長法における成長層厚の基板温度依存性を示すグラフである。

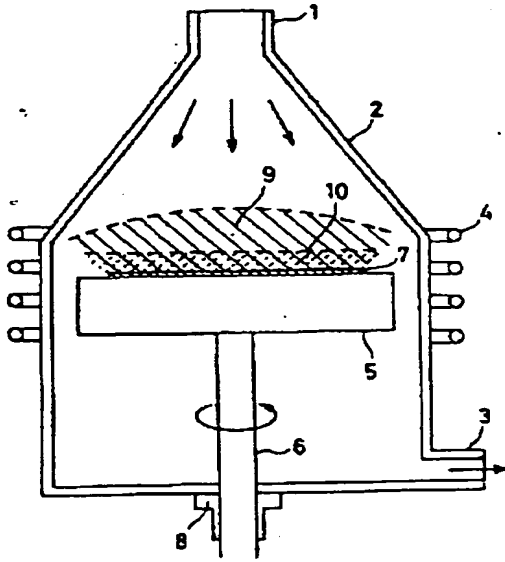
【符号の説明】

- 1 ガス導入口
- 2 反応容器
- 3 ガス排出口
- 4 高周波誘導加熱コイル
- 5 サセプタ
- 6 サセプタ支持棒

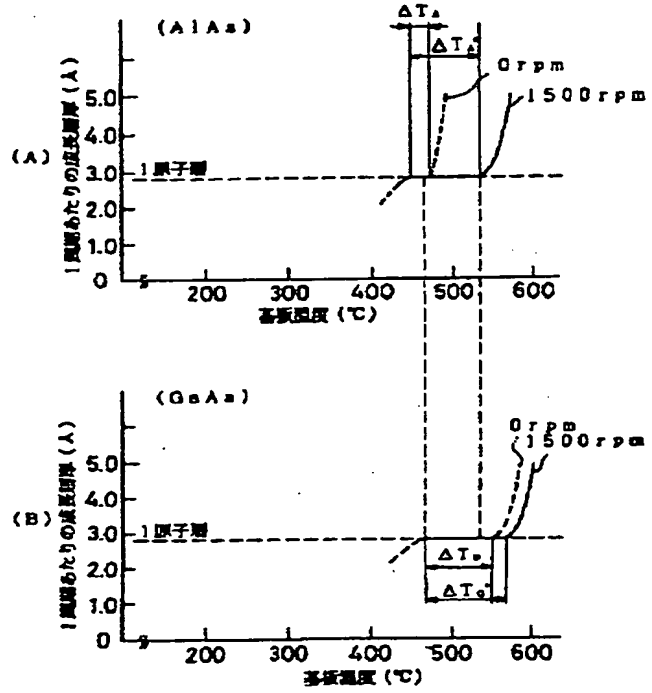
- 7 被成長基板
8 回転導入機

- 9 低速回転時の高温ガス領域
10 高速回転時の高温ガス領域

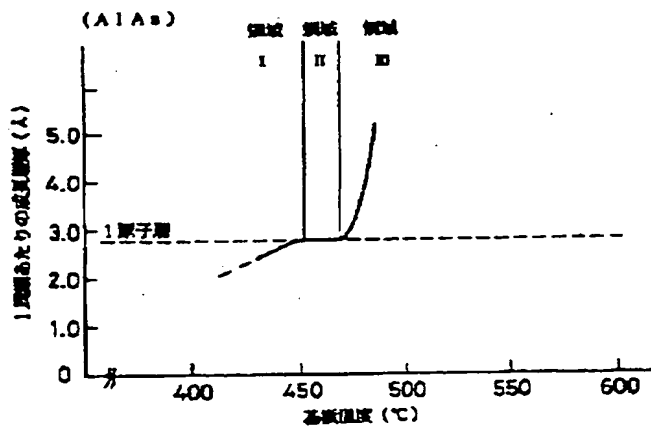
【図1】



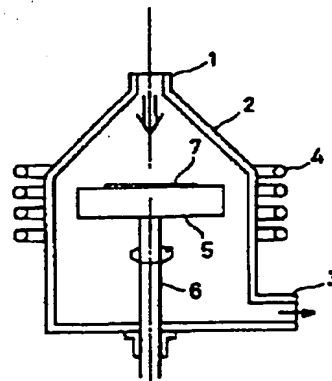
【図2】



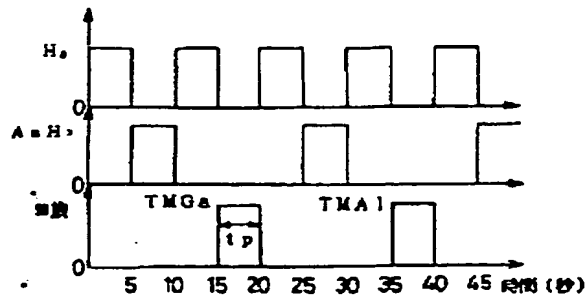
【図3】



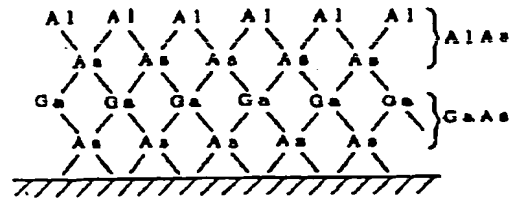
【図4】



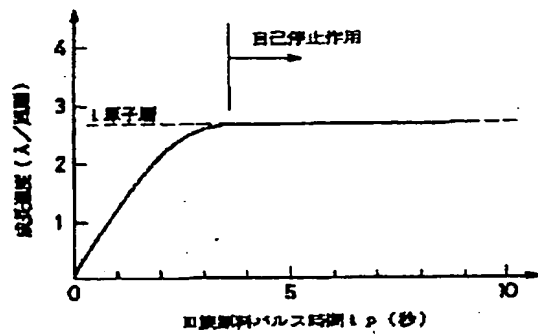
【図5】



【図6】



【図7】



【図8】

